# Del reflejo al modelo: cómo la mente predice lo que aún no ha ocurrido

# Un análisis de predicción cognitiva mediante modelos estadísticos y aprendizaje automático

## Resumen

La anticipación es una habilidad esencial para la supervivencia humana. Este estudio explora cómo predecimos visualmente interacciones futuras (colisiones y cruces) y cómo esas predicciones varían en función del género, el tipo de estímulo y el tiempo de respuesta. A partir de un experimento con 146 participantes, se analizaron las variables error y distancia de respuesta con modelos lineales mixtos, árboles de decisión y redes neuronales. Los resultados muestran que la mente no solo reacciona, sino que constantemente dibuja futuros probables. Y esos futuros, si se interpretan bien, pueden modelarse.

## Introducción

Es increíble cómo los seres vivos adaptan sus decisiones al entorno. Con el tiempo, aprendí que esas decisiones —que parecen intuitivas o automáticas— pueden cuantificarse y predecirse.  
  
Este trabajo es un cruce entre ciencia cognitiva y machine learning. ¿Qué ocurre en los segundos previos a una decisión? ¿Cómo influye el tipo de estímulo en la forma en la que lo anticipamos? ¿Y qué papel juega el género en esa representación del futuro? Estas preguntas guiaron el diseño de un experimento que busca comprender, a través del dato, cómo decidimos y qué futuros imaginamos antes de actuar.

## Metodología

Se diseñó un experimento con dos tipos de estímulos visuales: cruces (dos bolas que pasan sin chocar) y colisiones (trayectorias que se encuentran). Participaron 146 personas (93 mujeres y 53 hombres), que debían señalar un punto de anticipación sobre la pantalla.  
  
Medimos dos variables clave: la distancia entre el punto de respuesta y el punto real de cruce/colisión, y el error, como métrica de exactitud en cada respuesta.  
  
Primero aplicamos modelos mixtos lineales para detectar interacciones significativas entre género, tipo de estímulo y fase del experimento. Posteriormente utilizamos modelos de machine learning como CatBoost y XGBoost para predecir las respuestas. También desarrollamos una red neuronal tipo LSTM para modelar la secuencia temporal del comportamiento. Para enriquecer el análisis, empleamos técnicas de clustering y análisis de importancia de variables.

## Resultados

Los resultados obtenidos permiten identificar patrones diferenciados entre grupos de participantes:  
- Las mujeres tienden a acercarse más al punto de colisión y alejarse del punto de cruce respecto a los hombres.  
- El tipo de estímulo (cruce o colisión) influye significativamente tanto en distancia como en error.  
- El género influye de manera más clara en la distancia que en la incidencia de errores.  
- El tiempo de respuesta fue una de las variables más relevantes para predecir la distancia de anticipación.  
- A través de técnicas de clustering identificamos cuatro perfiles cognitivos: rápidos y precisos, pensativos, impulsivos e inconsistentes.  
- La red neuronal LSTM logró predecir patrones de decisión con mayor precisión que los modelos clásicos, especialmente en respuestas complejas.

## Discusión

Más allá de los modelos, este trabajo pone en evidencia que anticipar no es un acto reflejo, sino una estrategia multifactorial que combina percepción, experiencia y contexto. Las diferencias entre géneros observadas podrían relacionarse con patrones de socialización o estrategias cognitivas específicas.  
  
La capacidad de modelar comportamientos cognitivos utilizando redes neuronales aporta una nueva perspectiva al estudio de la mente. Además, el uso de herramientas estadísticas clásicas junto con modelos de machine learning permitió contrastar hipótesis y validar los hallazgos desde diferentes ángulos. La combinación de análisis exploratorio, predictivo y explicativo amplía el marco de comprensión de los procesos mentales vinculados a la toma de decisiones.

## Conclusión

Este estudio se sitúa en la intersección entre la ciencia de datos y la psicología cognitiva, proponiendo un enfoque interdisciplinar que permite explorar los mecanismos de la percepción y la toma de decisiones desde una perspectiva cuantitativa y computacional. A lo largo del proyecto, se combinan conocimientos de biología del comportamiento con herramientas avanzadas de análisis estadístico y modelos de aprendizaje automático, con el objetivo de desentrañar cómo las personas procesan estímulos visuales complejos y anticipan futuras interacciones.

A través de este trabajo no solo podemos analizar cómo decidimos, sino también predecir cómo lo haremos. Y ese potencial abre puertas a muchas aplicaciones: desde la neurociencia aplicada hasta el diseño de sistemas inteligentes más humanos.